

国際定期便数と 旅行者の空港選択行動に関する研究⁽¹⁾

A Study on the Relationship between the Airport Choice of
International Passengers and the Frequency of International Flights

辻 本 勝 久
Tsujimoto, Katsuhisa

ABSTRACT

As of December 2002, there are 24 airports in Japan which have international regular flights. However, most of these international airports have only a few route. This study investigates the relationship between the airport choice behavior of international passengers and the frequency of international flights to the neighbouring countries of the destination. In order to represent travelers' airport choice, the disaggregate nested logit models are employed.

1 はじめに

国際航空輸送に対する需要は世界的に増加傾向にあり、我が国の各地域にとって、海外との往来窓口である空港の重要性が高まっている。2002 年 12 月現在、我が国の 24 空港が計 251 の国際定期路線を有しているが、1991 年 1 月の 15 空港・184 路線、1997 年 11 月の 21 空港・249 路線と比較すると、国際空港数の増加と路線数の増大傾向が明らかである。ただし、2002 年 12 月現在、新東京国際（成田）、東京国際（羽田）、名古屋、関西国際、福岡の 5 空港に就航する路線の合計は 196 である一方、残りの 19 空港への就航路線数の合計は 55 路線であり、うち 29 路線は新千歳・仙台・新潟・広島の 4 空港から就航している。

(1) 本稿は、平成 14 年度の大学特別経費を受けて実施した「航空輸送の自由化と航空会社のネットワーク形成に関する研究」の成果の一部である。

このように、地方空港発の国際定期路線数は、大都市空港発に比べれば非常に少ない。しかし、数少ない路線数であっても、それらが海外の主要な空港行きの路線であれば、地元空港から海外主要空港経由での旅行が可能となる。平成11年版の国際航空旅客動態調査（運輸省）⁽²⁾によると、例えばカナダを目的国とする出国日本人のうち、22.79%が第3国のいずれかの空港を経由しており、その内訳は22.43%が米国本土経由、0.37%が香港経由である。マレーシアを目的国とする出国日本人では、17.31%が第3国経由であり、内訳はシンガポール経由が12.50%、香港経由が2.40%、タイ経由が1.92%、インドネシア経由が0.48%となっている。このように海外旅行者には、目的国へ直行する者の他に、いずれかの国を経由する者も存在し、目的国と経由国との組み合わせには一定のパターンが観察される。よって、地方空港 α からA国への定期航空路線が存在していても、A国への旅行者が経由国としてよく利用するB国への定期航空路線が地方空港 α から設定されているならば、A国行き旅行者のうち一定割合は地元 α 空港から出国し、B国経由で旅行するものと考えられる。

出国旅客の空港選択行動を扱った研究は我が国でも蓄積されつつあり、説明変数のひとつとして就航便数を導入した研究も複数存在する。しかしながら、就航便数データとしては目的地行きの便数の採用が一般的であり、目的地近隣の主要国への就航便数（以下、近隣国行き便数と記述する）を説明変数に含めた研究は見られない。

本稿では、非集計ネスティッドロジットモデル（非集計NLモデル）を用いて、近隣諸国行き路線の存在が旅行者の空港選択行動に及ぼす影響を分析する。

2 空港選択に関する先行研究

海外旅行者は、出国空港を選択するにあたって、各空港へのアクセス費用やアクセス時間、各空港発の便数や就航先、航空運賃等を総合的に勘案するものと考えられる。これらの諸要因が海外旅行者の空港選択行動に及ぼす影響を定量的

⁽²⁾ 本研究では、国土交通省航空局より同調査のデータファイルを入手し、利用している。

に把握することを目的として、集計ロジットモデルや非集計ロジットモデル⁽³⁾を利用した空港選択行動研究の蓄積が進んでいる。ロジットモデルの詳細については次章で説明する。

我が国では、中村・森地（1987）や森地・屋井・兵藤（1994）において、集計ロジットモデルが適用されている。これらの研究では、説明変数として空港までの所要時間、空港までのアクセスに要する費用、目的地への定期就航便数、航空運賃等が導入されている。ただし、空港までのアクセス時間や費用は、市郡ベースではなく、都道府県ベースで求められている。また、目的地近隣主要国への定期便数は説明変数に含まれていない。佐藤・松本・佐野（1997）は、集計ロジットモデルを用い、地方空港発着国際線開設による出国者動態の分析を試みたが、この研究もアクセス特性は都道府県ベースのものが採用され、近隣国行き定期便数は説明変数に含まれていない。

非集計ロジットモデルを用いて旅行者の空港選択行動を分析した研究としては、湯沢・須田（1992）、Takase and Morikawa（2002）が挙げられる。湯沢らは、東北地方における国際航空旅客の需要構造を分析し、海外旅行経験の有無が空港選択行動に有意な影響を与えることを示した。ただし、行動データではなく、意識データに基づく分析である。Takase らは、国際定期便の特性（直行便か経由便か）、空港、アクセス交通手段の3レベルから成る非集計NLモデルを構築し、日本人の出国空港選択行動を分析している。説明変数の一つとして目的地への定期便数も採用されているが、近隣国行き便数は採用されていない。また、アクセス交通手段の特性は、都道府県ベースとなっている。

以上の他に、集計ロジットモデルと犠牲量モデルとの適合度を比較した上で後者を採用し、名古屋空港の利用率予測を行った研究として山本・渡辺（1988）

（3）分析の基本単位を個人の交通行動とするモデルが非集計行動モデルであり、ゾーンというグループとするモデルが集計行動モデルである。前者は、モデル中への政策変数の組み込みの容易さや、必要データ数の少なさ、モデルの地域間移転可能性、選択肢数増加の簡単さといった点で、後者よりも優れている。例えば、土木学会（1995）第1章「非集計行動モデルの意義と現状」を参照せよ。

が、分担率曲線法によって中四国地方内空港および関西国際空港、福岡空港、ソウル金浦空港の旅客分担率を推定し、シミュレーション分析につなげた研究として辻本（1999）がある。

3 モデルとデータ

本研究では、政策変数の組み込みが容易で、必要データ数も少ないという特徴を持つ、非集計ロジットモデルを用いる。ロジットモデルには、通常のロジットモデルと、その改良型であるネスティッドロジットモデル（NL モデル）があり、本研究では後者を用いることとする。

3.1 通常のロジットモデル

いま、ある地域に居住し海外旅行を計画する個人 n が、空港とそこまでの交通アクセス手段からなる選択肢を持っているものとする。つまり、個人 n には 1) 関西国際空港（関空）から出国し、関空までの主たるアクセス交通手段として鉄道を利用、2) 関空・バス、3) 関空・自家用車、4) 成田・鉄道、5) 成田・国内航空、……、といった選択肢を有するものとする。この場合、通常の多項ロジット（ML）モデルでは、各選択肢の選択確率を次式で表現することができる。

$$P_{in} = \frac{e^{\lambda V_{in}}}{\sum_{j \in B_n} e^{\lambda V_{jn}}}, (i \in B_n) \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 B_n ：個人 n の選択肢集合

P_{in} ：個人 n が選択肢 i を選択する確率

V_{in} ：個人 n が選択肢 i から受ける効用の関数

λ ：効用の確率項のばらつきを示すパラメータ（選択肢の効用関数を線形とする場合には、1 とおく）

さて、通常の ML モデルには、IIA 特性（Independence from Irrelevant Alternatives）として知られている弱点がある。IIA 特性とは、ある 2 つの選択肢間の相対的優劣が、他の選択肢の特性とは無関係に決定されるという特性であ

る。例えば、乗用車と赤バスの2種類の選択肢があり、双方の効用値が等しいとすれば、2項ロジットモデルではいずれの選択確率も50%と推定される。ここで、赤バスと塗色のみを異にする青バスが新たに導入されたとすれば、MLモデルでは乗用車・赤バス・青バスの選択確率はそれぞれ33.3%と推定され、バスの選択確率の過大評価は明白である⁽⁴⁾。このように通常のMLモデルには、他の選択肢との類似性が高い選択肢の選択確率を過大評価し、そうでない選択肢の選択確率を過小評価する傾向がある。この傾向を軽減するための方法はいくつか提案されているが、その中で最も簡便な方法として、ネスティッドロジット(NL)モデルの採用が挙げられる⁽⁵⁾。

3.2 ネスティッドロジットモデル

NLモデルは、類似性を有する選択肢をひとつのグループとして、段階的な樹木構造となっている。NLモデルは、IIA特性を緩和可能とする改良型モデルであり、通常のMLモデルに比べてより現実的な予測結果を得ることができる。通常のMLモデルとNLモデルの選択ツリー構造を図3-1に比較して示す。

(4) この例は、いわゆる「赤バスー青バス問題」として知られ、IIA特性の説明のために広く用いられている。ただし、赤バスと青バスが同一頻度で同一時刻に発着するといった仮定がなければ成り立たないことから、例としてやや不適当とする意見もある。例えば、土木学会(1995), p.23。

(5) 他の主要な方法として、プロビットモデルの利用がある。ただし、選択肢数が3以上になると計算が複雑となる。ロジットモデルとプロビットモデルの比較については、例えば、塚口・塚本・日野(1996), pp.62-64を参照せよ。

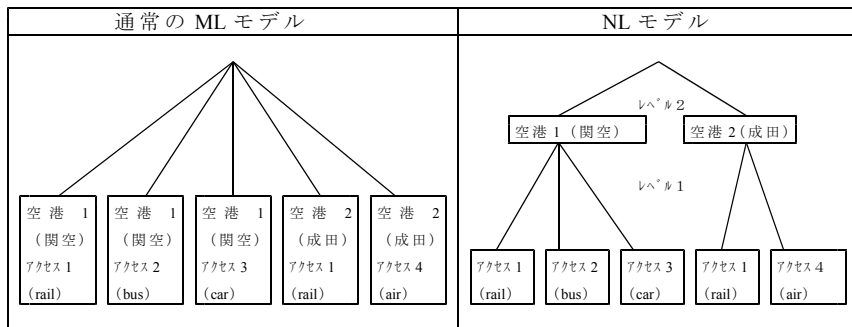


図 3-1 ML モデルと NL モデルにおける選択ツリー概念図

NL モデルにおいては、各選択枝の選択確率は次式で表現される。

$$P_n(ma) = P_n(m|a)P_n(a), (m = 1, \dots, M_{mn}; a = 1, \dots, A_n) \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 $P_n(ma)$ ：個人 n がレベル 1 において任意の選択枝 (ma) を選択する
確率

$P_n(m|a)$ ： a を選択したという条件の下で m を選択する条件付確率

$P_n(a)$ ： a を選択する確率

A_n ：個人 n のレベル 2 (図 3-1 では空港) の選択枝数

M_{mn} ：個人 n にとってのレベル 1 (図 3-1 では各空港までのア
クセス交通手段) の選択枝数

式 (2) を用いて、NL モデルにおける各選択枝の選択確率を表現すると、次式となる。

$$P_{in}(ma) = P_{in}(m|a) \cdot P_{in}(a) \dots\dots\dots (3a)$$

$$= \frac{e^{\lambda_1 V_{(m|a)n}}}{\sum_{m \in M_{mn}} e^{\lambda_1 V_{(m'|a)n}}} \times \frac{e^{\lambda_2 (V_{an} + \Lambda_{an})}}{\sum_{a \in A_n} e^{\lambda_2 (V_{a'n} + \Lambda_{a'n})}} \dots\dots\dots (3b)$$

ここに、

$$\Lambda_{an} = \frac{1}{\lambda_1} \ln \sum_{m \in M_{mn}} \exp(\lambda_1 V_{(m|a)n}) \dots\dots\dots (3c)$$

ただし、 $V_{(m|a)n}$ ：個人 n が a を選択したという条件の下で m を選択した場合

の効用関数（例えば，出国空港として関西国際空港を選択したという条件の下で，アクセス交通手段として鉄道を選択した場合の効用関数）

V_{an} ：個人 n が a を選択した場合の効用関数（例えば，出国空港として関西国際空港を選択した場合，同空港のサービスレベル（便数等）で決定される効用関数）

Λ_{an} ：式（3a）が成立するための整合条件を示す合成変数

他の記号の意味については式（2）を参照願いたい。

3.3 出国空港選択モデルの検討

3.3.1 分析対象

本研究の分析対象は，出国する日本人の空港選択行動である。ただし，分析の労力を軽減するために，中四国地域発の旅客のみを対象にした。よって，分析結果を中四国地域以外を対象とする研究に移転する場合には，移転可能性の検証が必要とされる。

3.3.2 選択肢ツリーの作成

NL モデルのパラメータ推定・検定の第1段階として，2レベルの選択ツリーを作成した。

NL モデルでは，選択肢の類似性に応じて，選択肢グループの上下関係を決定する。つまり，グループ内の類似性がより低く，その選択が個人に大きな影響を与えるグループを上位とし，グループ内の類似性がより高いグループを下位とする。本研究では，「空港グループ」と「空港までのアクセス交通手段グループ」の2つの選択肢グループを想定し，前者を後者より上位とした。

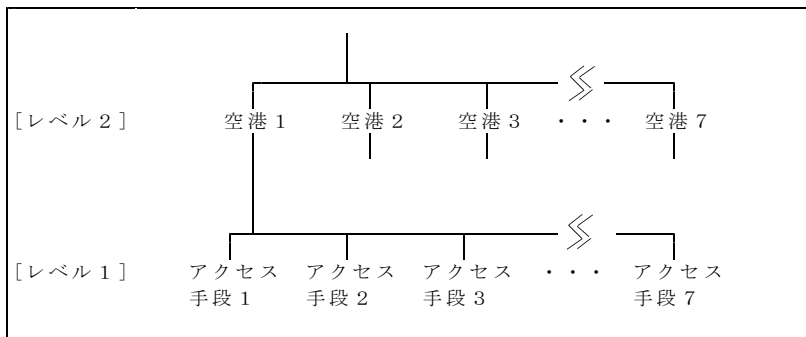


図3-2 本研究の選択肢ツリー構造

3.3.3 選択肢の設定

非集計モデルの作成にあたっては、選択肢集合の設定が重要となる。例えば、ほとんど選択される可能性のない選択肢を選択肢集合に含めることはできない。仮に、ある地域からの旅行者が出国空港として関西国際空港と福岡空港のみを選択しているならば、選択肢には名古屋空港を加えるべきではない。

本研究では、国際航空旅客動態調査の結果、出国空港として一定の利用実績のある空港やアクセス手段のみを選択肢とした。

選択肢の選定は、3段階で行った。第1段階として、出国空港候補を出発県別に絞り込み、第2段階として出発県別・出国空港別にアクセス交通手段の選択肢を絞り込んだ。第1段階と第2段階では、国際航空旅客動態調査のデータを用いたが、単年度のデータでは1県あたりのサンプル数が必ずしも十分とは言えないため、1995年度、1997年度および1999年度の計3年度分のデータを用いた。

第1段階は、次式に従って行った。

$$\text{if } \frac{P^{ij}}{S^i} < 0.01, \text{ then } j \in J \dots\dots\dots (4)$$

ただし、

S^i : 県 i からの海外旅行者総数

表 3-1 出発県別の出国空港候補とアクセス手段候補

(○は採用, 空欄は不採用)

出発 県名	アクセス 手段候補	出国空港候補					
		成 田	関 西	福 岡	広 島	高 松	岡 山
鳥取県	航空	○	○				
	新幹線	○					
	在来線	○	○				
	バス	○	○		○		○
	乗用車				○		○
	タクシー						
	その他						
島根県	航空	○	○	○			
	新幹線		○	○			
	在来線		○				
	バス	○	○	○	○		○
	乗用車		○	○	○		○
	タクシー						
	その他						
岡山県	航空	○					
	新幹線	○	○	○			
	在来線				○		
	バス				○	○	○
	乗用車				○	○	○
	タクシー						
	その他						
広島県	航空	○					
	新幹線	○	○	○			
	在来線						
	バス				○		
	乗用車				○		
	タクシー						
	その他						
山口県	航空	○	○				
	新幹線	○	○	○	○		
	在来線				○		
	バス			○	○		
	乗用車			○	○		
	タクシー						
	その他						
徳島県	航空	○		○			
	新幹線						
	在来線						
	バス		○			○	
	乗用車					○	
	タクシー						
	その他		○				
香川県	航空	○	○	○			
	新幹線		○	○	○		
	在来線				○		○
	バス	○			○	○	
	乗用車				○	○	
	タクシー						
	その他						
愛媛県	航空	○	○	○			
	新幹線			○			
	在来線						
	バス	○		○	○	○	
	乗用車				○	○	
	タクシー					○	
	その他		○				
高知県	航空	○	○	○			
	新幹線						
	在来線						○
	バス			○		○	
	乗用車					○	○
	タクシー						
	その他						

出所：筆者作成

注：各空港からの就航路線は考慮していない

 P^{ij} ：県 i から空港 j 経由の海外旅行者数 J ：県 i からの海外旅行者の出国空港選択肢

第2段階は、式(5)に従って行った。

$$\text{if } \frac{m^{ij}}{P^{ij}} < 0.1, \text{ then } m \in M \dots\dots\dots (5)$$

ただし、

P^{ij} : 県 i から空港 j 経由の海外旅行者数

m^{ij} : 県 i から空港 j 経由での海外旅行者数のうち、主たるアクセス交通手段が m であった旅行者数

M : 県 i から空港 j へのアクセス交通手段候補

第2段階において、式(5)の右辺を0.1とした理由は、0.2以上とすると岡山県在住者の岡山空港アクセス交通手段、愛媛県在住者の松山空港アクセス交通手段および香川県在住者の高松空港アクセス交通手段から、バスが欠落するためである。なお、香川県在住者の高松空港アクセス交通手段構成において、バスは約2.73%にとどまっているが、リムジンバスの全停留所が存在する高松市からのアクセス交通手段選択肢としてはバスも加えることにした。

なお、空港までのアクセス交通手段としては、国内航空路線、新幹線、在来鉄道、バス、自家用車、船舶、タクシーなどが考えられ、旅行者はこれらの手段を組み合わせで出国空港まで到達するであろう。しかし、その組み合わせは無数に存在するため、本研究ではアクセス交通手段の選択肢数をできるだけ少なくする目的で、主たる交通手段のみを考慮することとした。

第1段階と第2段階で得た結果を、表3-1として示す。最後に、第3段階として、目的国あるいは近隣主要諸国への就航路線を持たない空港を除外した。

3.3.4 説明変数の設定と利用データの概略

①説明変数の設定

旅行者の空港選択行動を説明する変数としては、旅行者の居住市郡から出国空港候補までのアクセスに要する金銭的費用、アクセス時間、出国空港候補から目的国等までの就航定期便数と大圏距離および国際航空運賃を考えて、データ

を作成した。これらのうちアクセス時間は、時間価値を 2,325 円／時として貨幣換算している⁽⁶⁾。また、本研究の目的を考慮して、国際定期便数は a) 目的国への便数、b) 目的地近隣主要国への便数、c) 総合便数 (a) と b) の合計) の 3 タイプを設定した。

②各アクセス交通機関利用に伴う総費用の推計方法

空港までの所要時間の把握方法には、アンケート回答者の回答値をそのまま使用する方法と、鉄道時刻表や道路地図を用いて推計する方法がある。前者は簡便であるが、無回答者の存在や、経路途中での寄り道行動に要した時間の特定化が難しいといった問題もある。そこで本稿では、後者を用いることにした。なお、先行研究の多くが、各都道府県庁所在地から空港までの平均アクセス費用や平均アクセス時間を用いているが、本研究では旅行者ごとに、出発市郡から出国候補空港までの、全アクセス交通手段候補の利用費用や所要時間を算出した。

道路走行費用を構成するものとしては、有料の道路についてはその料金が考えられる。さらに、有料・無料を問わず全ての道路については、道路ごとの平均走行速度、燃料費用、駐車場使用料金が考えられる。平均走行速度については、基本的に、国土交通省が推計で用いている値（高規格幹線道路：90km/時、一般有料道路や都市高速道路：50km/時）を用いた。一般道路の平均走行速度について、本稿では一律 40km/時とした。本州四国連絡道路尾道今治ルートについては、設計速度が 80km/時とされているため、平均走行速度を 70km/時に設定した。走行速度と燃料消費量の関係式については、建設省による推計式を利用した。推計式は次の通りである。

$$Y = 356.9 / X - 1.706X + 0.0128X^2 + 105.2 \dots\dots\dots (6)$$

ここで、

Y ：燃料消費量 (cc/台 km)

X ：速度 (km/h)

なお、この推計は 1 台に 1.6 人乗車した場合の値である。本論文では後述のよ

(6) 従業員 5 人以上の全産業における従業員平均賃金を、年間総実労働時間に割って算出した。

うに乗車人数 1.31 人／台を仮定しているが、便宜上、上記推計式をそのまま使用している。ガソリン料金については、レギュラー 90 円／1 とした。

各種有料道路の通行料金は、現行のものを採用した。

駐車場使用料金については、次のように推計し、初期設定とした。基本的考え方は、駐車場の 1 日あたり利用料金に、旅行者の平均駐車日数の 1/2 をかけるというものである。すなわち、

$$P_i = (UP_i / AN) \times (PD / 2) \dots\dots\dots (7)$$

ここで、 P_i ：旅行者 1 人あたりの駐車場 i の使用料金

UP_i ：駐車場 i の現行 1 日あたり使用料金

AN ：乗用車 1 台あたり乗車人数 (1.31 人)

PD ：当該旅行者の旅行日数

乗用車の乗車人員は、最新の道路交通センサスの結果を採用し、1.31 人／台とした。

公共交通機関の利用費用を構成するものとしては、運賃・料金と所要時間が考えられる。鉄道、バス、船舶については、所要時間、運賃とも、現行のものを採用した。タクシーの平均乗車人員は 1.31 人とした。なお、空港アクセス交通手段としてのバスには、定期バスと貸切バスがあるが、国際航空旅客動態調査では両者の明確な分類がなされていない。⁽⁷⁾そこで本稿では、バス運賃や所要時間は、定期バスのデータを用いることとした。

航空による旅行コストは、所要時間（速度）と運賃によって決まる。所要時間および国内線の運賃については、距離との関係から回帰式を作って求めた。

③国際航空運賃の推定

国際航空運賃については、1998 年 7 月第 2 週の月曜日から木曜日に出発の格安航空券運賃を使用することとした。データは、中四国地方の旅行代理店 183 店舗へのアンケートと、格安航空券情報誌数誌から得た。アンケートに際して

(7) 路線バスと直行バスに分類されてはいるが、後者には貸し切りバスと空港リムジンバス等の空港発着定期バスの双方が含まれるものと考えられる。

表 3-2 国際航空運賃の推定結果

	パラメータ推定結果	t 値
大圏距離 (km)	3.019	22.894
ソウル線ダミー	-9,482.7	-11.541
欧州線ダミー	21,343.5	23.729
米国線ダミー	-2,091.3	-2.839
中国線ダミー	5,200.9	7.498
福岡空港ダミー	-1,404.5	-2.570
広島空港ダミー	1,532.44	2.472
乗継便ダミー	-3,194.9	-5.496
定数項	23,658.1	32.015
サンプル数	1,478	
自由度	1,470	
修正済み R ²	0.723	
D W 比	0.968	

は、特定代理店に回答の負担が集中するのを防ぐ目的で、各代理店に対し、アジア太平洋（目的地数 8）、中国・韓国（目的地数 7）、欧米（目的地数 5）のいずれかの料金を問うとともに、出国空港は関西国際空港、福岡空港、広島空港、高松空港、岡山空港、松山空港のいずれかに限定した。結果的に、アジア太平洋方面では 49、中国・韓国方面では 53、欧米方面では 45 の代理店から格安航空券情報を得た。なお、格安航空券運賃は午前発と午後発では異なる場合があるが、本論文ではその差について考慮はしていない。

次に、格安航空券運賃（片道換算）を被説明変数に、空港間の大圏距離や、乗継便利用の場合のダミー変数、旅行会社ごとのダミー変数、目的地域ごとのダミー変数、空港ごとのダミー変数を説明変数とする回帰式を推計した。結果を表 3-2 に示す。

④国際定期航空便数の設定

前述のように、本研究では国際定期航空便数を 3 通り考えている。すなわち、a) 目的国への便数、b) 目的地近隣主要国への便数、c) 総合便数以上の合計) の 3 タイプである。便数のデータは 2000 年 8 月の OAG Flight Guide より得た。上記 a)、b) の分類は次のようにして行った。

まず、平成 11 年度版の国際航空旅客動態調査結果より、出国日本人旅客（サ

ンプル数は 16,304 人) の最初の訪問国と経由国との関係を調べ、訪問国別・経由国別の経由率を算出した。続いて、ある国 (A 国) を目的国とする出国日本人のうち 1% 以上が経由する国を、A 国旅行時の主たる経由国と定義し、これらを「近隣主要国」と名付けた。

$$FN_{d'} = \sum_{i \in C_{vd}} (fn_i) \dots \dots \dots (8)$$

ただし、

$FN_{d'}$: 近隣主要国行きの定期航空便数

C_{vd} : d を目的国とする日本人旅行者の 1% 以上が経由する国

fn_i : 国 i 行きの定期航空便数

次に、表 3-1 に示した選択肢候補空港ごとに、各国行き便数と、各国の近隣主要国への便数を算出し、それらを足し合わせて総合便数データとした。

4 推定結果

モデルの推定は、最尤法によった。推定結果は、表 4-1 に示す通りである。モデル 1 は、便数として総合就航便数を採用したもの、モデル 2 は便数として週あたり目的国行き便数を採用したもの、そしてモデル 3 は週あたり目的国行き便数と、週あたり近隣主要国行き便数の双方を採用したものである。いずれの効用関数も線型とした。

モデル 1、モデル 3 における国際航空運賃を除き、いずれの t 値も 1.96 より大きく、5% の信頼度で有意である。いずれのモデルにおいても、アクセス費用の t 値が最も高く、アクセス所要時間の t 値がそれに次いでいる。各空港ダミー変数の係数は負となっているが、成田空港ダミー変数と地方空港ダミー変数を導入した Takase and Morikawa (2002) においても、前者の係数は負、後者の係数は正とする結果が示されている⁽⁸⁾。

便数部分の係数と t 値に着目し、モデル 1、2、3 を比較すると、モデル 2 の t

(8) 同論文では、主要空港 (仙台、名古屋、福岡) ダミー変数も導入されており、係数は正との推定結果が示されている。

表 4-1 モデルの推定結果

区分		単位	モデル 1		モデル 2		モデル 3	
			推定値	t 値	推定値	t 値	推定値	t 値
パラメータ	アクセス費用	100 円	-0.05679	-139.53	-0.41799	-109.76	-0.04709	-117.53
	アクセス所要時間 (貨幣換算)	100 円	-0.08395	-65.71	-0.07215	-56.70	-0.07542	-58.90
	国際空港間の大圏距離	100km	0.03521	1.76	0.05485	2.72	0.02891	1.44
	国際航空運賃	100 円	-0.01428	-3.63	-0.02564	-6.22	-0.01245	-3.12
	週あたり総合就航便数 (片道)	便	0.00913	11.62				
	週あたり目的国行便数 (片道)	便			0.00257	2.41	0.00739	6.59
	週あたり近隣主要国行 き便数 (片道)	便					0.00971	11.28
	新東京国際空港ダミー	1/0	-4.69137	-18.43	-3.06179	-14.77	-4.48218	-17.15
	関西国際空港ダミー	1/0	-1.65334	-13.04	-0.86431	-7.92	-1.57266	-12.04
	福岡空港ダミー	1/0	-2.25645	-17.30	-2.24416	-16.89	-2.15559	-16.39
統計量	サンプル数 (N)		1,791					
	場合の数 (C)		13,737					
	L (0)		-15,524					
	L ($\bar{\theta}$)		-4,218		-4,054		-4,050	
	-2 (L (0) - L ($\bar{\theta}$))		22,613		22,940		22,949	
	ρ^2 (McFadden の R^2)		0.7283		0.7389		0.7391	
	$\bar{\rho}^2$		0.7282		0.7387		0.7390	
的中率	計		83.9%		83.6%		83.7%	
	新東京国際空港		98.6%		98.6%		98.6%	
	関西国際空港		81.2%		80.5%		81.0%	
	福岡空港		93.9%		94.0%		93.9%	
	広島空港		81.6%		82.0%		81.2%	
	その他の空港		36.5%		35.6%		36.1%	
	国内航空路線		94.4%		94.8%		94.2%	
	新幹線		90.3%		89.6%		90.3%	
	在来線		91.9%		91.8%		91.8%	
	バス		84.7%		84.2%		84.9%	
	乗用車		60.7%		60.7%		59.8%	
	その他のアクセス手段		10.0%		9.9%		9.9%	

値が低く、近隣主要国行き便数を考慮したモデル 1 やモデル 3 の t 値が高くなっている。モデル 3 において、週あたり目的国行き便数の t 値や係数値よりも、週あたり近隣主要国行き便数のそれらが高くなっている。 $\rho^{(9)}$ を比較すると、すべてのモデルにおいて ρ^2 値が 0.72 から 0.74 の間にあり、適合度は極めて高いと判定できるが、モデル 3 の値が僅差ながら最高となっている。これらのことから、

空港選択モデルにおける就航便数変数として、目的国行き便数にとともに、近隣主要国行き便数を導入するか、両者を合計して総合就航便数変数とする一定の意義はあるものと考えられる。ただし、モデル 2 における国際空港間の大圏距離変数や、国際航空運賃変数の係数や t 値が他の 2 モデルに比べ明らかに高いことに注意を払った上での再検討の必要性もある。

的中率は、推定された選択行動と、実際に観察された選択行動との一致度を示す指標である。モデル 1, 2, 3 とも、全体的な中率は 83.5% を越えており、非常に良好な結果となっている。ただし、的中率を各選択肢レベルで見ると、「その他の空港」に関する的中率や、「その他のアクセス手段」に関する的中率が極端に低くなっている。また、「乗用車」に関する的中率も、60% 前後にとどまっている。「その他の空港」に関する的中率の低さや、鉄軌道アクセスの整備が進んでいない地方空港の主たるアクセス交通手段である「乗用車」の的中率が必ずしも高くないことは、本稿の結果を地方空港を対象とした政策提言に適用することには慎重であるべきことを示している。「その他のアクセス手段」には、タクシーや四国各地から大阪湾への長距離フェリーが含まれており、年収など旅行者の属性に関する変数を組み込んだモデルの構築も今後の課題として残された。

5 まとめ

本研究では、非集計ネスティッドロジットモデルを用いて、中四国地域発の海外旅行者の出国空港選択行動を分析した。説明変数として 1) 目的国への就航便数、2) 1) と目的地近隣主要国への就航便数、3) 総合就航便数（目的地への就航便数と目的地近隣主要国への就航便数の合計）の 3 タイプを組み込んだ上で推定を行った結果、空港選択モデルにおける就航便数変数として、目的国行き

✓ (9) 尤度比あるいは McFadden の決定係数とも呼ばれ、0 と 1 の間にあり、1 に近づくほどモデルの適合率が高いことを示すが、0.2 から 0.4 であれば適合度は十分高いと判定される。なお、 $\bar{\rho}^2$ 値は自由度修正済みの ρ^2 値である。また、 $-2(L(0) - L(\bar{\theta}))$ は全てのパラメータが 0 であるか否かという仮説検定のための統計量であって、全モデルとも仮説を棄却できる。

便数にとともに、近隣主要国行き便数を導入するか、両者を合計して総合就航便数変数とする一定の意義はあることが示された。ただし、国際空港間の大圏距離変数や国際航空運賃変数と、近隣主要国行き就航便数との関係に注意を払った上での再検討の必要性や、地方空港の主たるアクセス手段である乗用車に関する中率が高くないという問題、旅行者属性変数を組み込む必要性が指摘された。

本研究の成果は、航空輸送自由化のもとでの航空会社のネットワーク形成に関するモデル等と結合させるとともに、分析対象を中四国地域から日本全国へ拡大するなどした上で、シミュレーション分析に耐えるモデルへと発展させ、地域政策提言へとつなげたい。

参考文献

- 1) 湯沢昭・須田熙「東北地方における国際航空旅客の需要構造分析」、『土木学会第47回年次学術講演会Ⅳ』, pp.704-705, 1992年9月。
- 2) 中村英夫・森地茂『空港整備長期計画の基礎的調査報告書』, 航空振興財団, 1987年。
- 3) 森地茂・屋井鉄雄・兵藤哲朗「わが国の国際航空旅客の需要構造に関する研究」, 『土木学会論文集 No.482/Ⅳ-22』, pp.27-36, 1994年1月。
- 4) 土木学会編『非集計行動モデルの理論と実際』, 丸善, 1995年5月。
- 5) 塚口博司・塚本直幸・日野泰雄『交通システム』, 国民科学社, 1996年5月。
- 6) 辻本勝久「航空ネットワークの変容と地域の国際空港機能配置に関する社会経済的研究～利用者と航空会社に着目した計量分析と政策提言～」, 広島大学博士学位論文, 1999年9月。
- 7) 山本幸司・渡辺尚夫「名古屋空港航空旅客需要予測における空港利用率予測に関する研究」, 『土木計画学研究・論文集』, No.6, pp.201-208, 1988年11月。
- 8) 森地茂・轟朝幸「海外観光旅行需要の国内地域格差構造と将来動向」, 『運輸政策研究』 Vol.4, No.1, pp.8-18, 2001年4月。
- 9) Harvey, G. (1987), Airport Choice in a Multiple Airport Region, Transportation Research A, Vol.21A, No.6, pp.439-449.
- 10) Eric, Pels, et al. (1998), Airport Choice in a Multiple Airport Region: An Empirical Analysis for San Francisco Bay Area, Paper Presented at the 8th WCTR / World Conference on Transport Research, paper No. 77.
- 11) Tatsuo TAKASE and Takayuki MORIKAWA [2002] Airport choice analysis of

international passengers using time series data, paper presented at the international symposium on global competition in transportation markets - analysis and policy making, 2002.12.